Lane Medical Library

Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik, Basel.

Über den Einfluss der Nahrung und gewisser Nahrungsstoffe auf die Wasserstoffionenkonzentration im Harn

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Universität Basel

von

Emil Meyer
Arzt in Frenkendorf.

Auf Antrag von Professor Dr. Alfred Gigon von der Fakultät genehmigt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Alfred Gigon, für seine freundliche und unermüdliche Unterstützung bei dieser Arbeit den aufrichtigsten Dank. Ebenfalls meinen wärmsten Dank Herrn Professor F. Egger, Direktor der medizinischen Poliklinik, für die gütige Überlassung des Laboratoriums und der erforderlichen Apparate.

Über den Einfluß der Nahrung und gewisser Nahrungsstoffe auf die Wasserstoffionenkonzentration im Harn.

Von

Emil Meyer.

(Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik Basel.)

I.

Die Ionentheorie hat in den letzten Jahren wesentlich an Bedeutung gewonnen. Der von *Michaelis* eingeführten Methodik der Wasserstoffionenkonzentrationsbestimmungen liegen eine sehr große Anzahl von Arbeiten zugrunde. Über den Einfluß der Nahrung auf den Aciditätsgrad des Harnes sind relativ wenige Untersuchungen angestellt worden. Zwar wissen wir schon aus früheren Zeiten, daß der Harn des nüchternen Menschen sauer reagiert und daß nach den Mahlzeiten die Acidität des Harnes sinkt. Durch Bestimmung der potentiellen bzw. virtuellen Acidität ist bekannt, daß Pflanzenkost den Harn in der Regel alkalisch macht, während Fleischkost eher eine Ansäuerung des Harnes verursacht.

Zu Beginn unserer Arbeit waren uns systematische Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Kostformen auf die Wasserstoffionenkonzentration des Harnes nicht bekannt. Vor kurzem wies *Hasselmann*[1]) darauf hin, daß auch nach Fleischkost eine Verschiebung der Wasserstoffionenkonzentration nach der alkalischen Seite hin stattfindet.

Ähnliche Untersuchungen teilen *Veil*[2]) und *Endres*[3]) mit. Die Untersuchungen dieser beiden Autoren geschahen nach der Indicatorenreihe nach *Michaelis*. Erwähnenswert hier ferner ist, wie Magnus *Alsleben* hervorhebt, daß der Harn des fleischfressenden Hundes nicht sauer, sondern alkalisch reagiert.

In der vorliegenden Arbeit haben wir uns folgende Fragen gestellt:

---

[1]) *Hasselmann:* Klin. Wochenschr. 15. I. 1922, S. 122.
[2]) *Veil:* Klin. Wochenschr. 28. X. 1922, S. 2176.
[3]) *Endres:* Biochem. Zeitschr. **132**, 220. 1922.

Erstens, wie verhält sich die aktuelle Acidität des Harnes innerhalb kurzer Zeiträume bei einer bestimmten Kostform.

Merkwürdigerweise scheint die Reaktion des Blutes außerordentlich konstant zu bleiben. Die Konstanthaltung derselben geschieht durch die Tätigkeit der Lungen und der Nieren.

Aus den Gaswechselversuchen wissen wir, daß der Organismus auf Nahrungszufuhr relativ früh reagiert. Schon $^1/_2$ Stunde nach der Nahrungsaufnahme kann unter Umständen eine deutliche Steigerung des Gaswechsels nachweisbar sein. Wir haben nun zuerst untersucht, ob, entsprechend diesen Verhältnissen, der Harn in kurzen Zeitintervallen bezüglich seiner Acidität von der Nahrungsaufnahme beeinflußbar ist.

Eine weitere Frage, die uns interessierte, war die, zu erfahren, welche Bedeutung gewisse reine Nahrungsstoffe auf die Wasserstoffzahl des Harnes haben. Es wurden dabei reine Zuckerarten, Casein, Öl gewählt. Unseres Wissens sind derartige Versuche noch nicht angestellt worden. Andererseits können wir die Veränderungen der Wasserstoffzahl, wie sie nach Genuß tischfertiger Speisen, z. B. Fleisch, Mehlspeisen, im Harne hervorgerufen werden, nicht ohne weiteres als Folge reiner Nahrungsstoffe betrachtet werden. Denn aus den Gaswechselversuchen ist uns bekannt, daß z. B. Kochsalz und Pfeffer denselben merklich beeinflussen können [*Gigon*[1])].

Methodik.

Es handelt sich in dieser Arbeit um Selbstversuche an einem gesunden Individuum. Während der Dauer der Versuche blieb das Körpergewicht ziemlich konstant auf 57 kg. Während den Versuchszeiten wurden Laboratoriumsarbeiten, d. h. die Versuche ausgeführt, also keine muskulöse strenge Arbeit.

Die Versuche begannen gewöhnlich morgens 8 Uhr, ca. 12 Stunden nach der letzten Nahrungszufuhr. Es wurde der Harn vor dem Versuche jeweils gelöst und nach Genuß der Substanzen in relativ kurzen Zeitintervallen uriniert und die Wasserstoffionenkonzentration im Harne bestimmt. Die Messungen wurden durch die Gaskettenmethode mittels der Apparatur von *Michaelis*[2]) ausgeführt.

Es sei an dieser Stelle hervorgehoben, peinlichst darauf zu achten, daß vor Einfüllung der U-Röhrchen mit Wasserstoff die Luft aus der Schlauchleitung des Kippschen Apparates verdrängt wird und daß sich beim Einfüllen von Wasserstoff keine Spur Luft mit dem Wasserstoff mischen darf. Unserer Erfahrung nach bildet die Nichtbeachtung dieses Erfordernisses eine Hauptquelle schlechter Resultate. Ferner ist nach *Michaelis* für eine prompte und konstante Einstellung des Potentials notwendig, daß der Platindraht ganz knapp noch eben in die Flüssigkeit eintauchen soll. Nun liegt bei Urinmessungen hier insofern eine gewisse Schwierigkeit vor, als die Wasserstoffbläschen ziemlich lange einzeln bestehen bleiben, und wenn sich nach und nach eine zusammenhängende Wasserstoffatmosphäre um den Platindraht gebildet hat, so taucht der Draht tief in die Flüssig-

[1]) *Gigon:* Verhandl. d. dtsch. Kongr. f. inn. Med. 1922.

[2]) *Michaelis:* Die Wasserstoffionenkonzentration. Berlin: Julius Springer 1914 und 1922.

keit. Diese Schwierigkeit haben wir folgendermaßen überwunden: Man füllt in das eine mit dem zu untersuchenden Urin beschickte U-Röhrchen Wasserstoff ein, bis der Draht eben in die Flüssigkeit eintaucht und füllt hierauf ein zweites Röhrchen als Kontrollversuch in derselben Art und Weise. Inzwischen haben sich die Wasserstoffbläschen in der ersten U-Röhre so weit zusammengedrängt, daß es notwendig wird, nochmals Wasserstoff nachzufüllen. Wenn auch jetzt noch ein oder zwei Wasserstoffbläschen um den Platindraht bestehen bleiben, so hat dies bezüglich einer raschen und konstanten potentiellen Einstellung kaum einen Einfluß.

Werden nicht Urinmessungen gemacht, sondern Säuren und Basen hintereinander untersucht, so sei daran erinnert, daß Spuren von Säuren lange noch in den Verbindungsschnüren haften und so zu Fehlerquellen führen können. Es ist also in solchen Fällen unerläßlich, nach gründlichster Auswaschung der Schnüre dieselben eine Zeitlang in gesättigter Kaliumchloridlösung liegen zu lassen.

Vor Beginn der Urinmessungen wurde eine tägliche Kontrolle mit dem Normalelement und eine Wasserstoffionenbestimmung des Standardacetatgemisches gegenüber einer oder zwei Kalomelektroden vorausgeschickt. Alle Messungen wurden bei Zimmertemperatur, also bei ca. 20° C ausgeführt und sofort nach der Entleerung des Harns angestellt. Mehrfache Kontrollmessungen an Harnen, die während 24 Stunden im Eisschrank in verschlossenen Flaschen gestanden haben, haben sozusagen keine Veränderung der Wasserstoffzahlen ergeben. Alle Harnmessungen wurden doppelt ausgeführt, d. h. es wurden immer 2 U-Röhrchen mit demselben Harn beschickt. Da einer weitern Beobachtung zufolge konstante Werte nicht immer sofort ablesbar sind, so wurden nach 5—10 Minuten, evtl. auch später Kontrollmessungen gemacht. Ferner sei betont, daß die Einstellung des Potentials nach unserer Versuchsanordnung schneller vor sich geht als es die Illustration des Übungsbeispieles in den Monographien von *Michaelis* (S. 156) es wiedergibt. Hier brauchte es $^3/_4$ Stunden bis zum Konstantwerden der Werte. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß bei Blutmessungen die Einstellung auf konstante Werte unter Umständen länger dauert als im Harn. Stets waren die ersten Messungen niedriger wie die Kontrollversuche nach 5 oder 10 Sek., z. B. bei der Harnprobe vom 27. IV. 1 Stunde 30 Min. n. d. Essen.

	Erste Messung		Zweite Messung
Röhrchen I	552	nach 5 Min.	553
„ II	552	„ 5 „	553

Größere Differenzen wie 3 Millivolt wurden als fehlerhaft angesehen und in solchen Fällen eine neue Messung angestellt.

II.

Die Resultate unserer Versuche über den Einfluß verschiedener Kostformen auf den Wasserstoffexponent sind in Tabelle I zusammengestellt. Jeder Versuchsreihe wurde, wie eingangs erwähnt, eine 3tägige entsprechende Kost vorangeschickt und dann 3—4 Tage lang die Urinmessungen durchgeführt.

Wenn wir die Nüchternwerte aus der ganzen Periode der Versuche vergleichen, so fällt uns folgendes auf:

1. Es ist der Nüchternwert morgens ca. 8 Uhr von der Kostform des vorangehenden Tages abhängig. Wurde eiweißreiche Kost an den vorangehenden Tagen genommen, so blieb das p_H morgens früh recht

Tabelle I.

Nüchtern	Eiweißreiche Kost zuvor			Eiweißarme Kost an d. vorangeg. Tagen				Gemischte Kost an d. vorangeg. Tagen		
	4. Tag 25. IV.	5. Tag 26. IV.	6. Tag 27. IV.	4. Tag 16. IV.	5. Tag 17. IV.	6. Tag 18. IV.	7. Tag 19. IV.	12. IV.	13. IV.	11. IV.
Nach 12 Std. . . .	5,00	4,94	4,96	5,16	5,56	5,22	5,31	5,36	5,27	4,93
„ 12 „ 30 Min.	4,94	5,03	4,91	5,58	5,80	5,24	5,41	5,87	5,25	4,86
„ 13 „ . . .	5,05	5,17	4,96	5,94	6,39	5,41	5,65	6,27	5,24	5,01
„ 13 „ 30 Min.	5,18	5,18	4,98	6,18	6,44	5,67	5,89	6,29	5,43	5,05
„ 14 „ . . .	5,22	5,22	4,96	6,15	6,42	5,92	5,94	5,82	5,41	5,10
„ 14 „ 30 Min.	5,17	5,24	4,96	6,13	5,94	6,30	5,92	5,61	5,39	5,06
„ 15 „ . . .	5,12	5,24	5,00	6,17	6,15	6,11	5,86	5,70	5,48	5,16

konstant: 4,9 (4,90—5,00); nach eiweißarmer Kost 5,16—5,556. Erwähnenswert hier ist, daß am 8. Tage der vegetabilischen Kost der Nüchternwert morgens 8 Uhr 6,49 betrug. Aus äußeren Gründen mußte der Versuch hier unterbrochen werden.

Daß die Nüchternwerte nach eiweißreicher Kost konstant bleiben, ist viel auffallender, wenn man die Nüchternwerte, die von 8 Uhr morgens bis ca. 12 Uhr gewonnen wurden, an solchen Tagen, wo kein Frühstück genommen wurde, vergleicht. Die Schwankungen sind, wie Tabelle I zeigt, bei eiweißreicher Kost gering und bewegen sich am 26. April z. B. zwischen 4,94 und 5,24.

Weniger konstant sind die Nüchternwerte nach gemischter Kost; hier steigt der p_H-Wert z. B. von 5,36 bis auf 6,29.

Die größten Schwankungen jedoch finden wir nach vegetabilischer Kost. An allen Tagen erfährt das p_H eine Steigerung von rund 1,0.

In allen Fällen ist der Harn von 8 Uhr und 8 Uhr 30 Min. der sauerste und im Laufe des Vormittags wird der Harn also ohne jede Flüssigkeits oder Nahrungszufuhr allmählich alkalischer. Dieses Alkalischwerden ist nach Pflanzenkost am intensivsten.

Wasserversuch	4. V.
Nüchtern	5,20
Nach Einnahme v. 1 Liter Wasser	
15 Min.	5,17
30 „	5,38
50 „	5,98
1 Std. 10 Min.	6,22
Weitere 500 g Wasser	
1 Std. 40 Min.	6,23
2 „ 10 „	6,27
2 „ 40 „	6,44
3 „ 10 „	6,29

Wenn wir bloß Wasser trinken, Tabelle I, so beeinflußt eine geringe Wassermenge, nämlich 300 ccm, den Wasserstoffexponenten kaum. Einen deutlichen Einfluß hat das Trinken von 1 Liter Wasser. Hier wird das p_H höher, und zwar ist die Schwankung eher größer als nach vegetabilischer Kost, obwohl am vorangehenden Tage gemischte Kost eingenommen wurde.

Wird ca. 12 Uhr mittags eine *eiweißreiche Kost* (Tabelle II) aufgenommen, so steigt die Alkalescenz des Harnes, erreicht nach 1—2 Stunden

des Maximums, um nach rund 5 Stunden wieder auf den Nüchternwert zu sinken. Allerdings müssen wir erwähnen, daß die Nahrung nicht kohledydratfrei war. Am 6. Tage der eiweißreichen Kost wurden mittags 3 Eier mit Butter, 150—200 g Fleisch, Max. 30 g Brot und 100 g Apfelmus genommen. Es hat diese Kost das p_H kaum beeinflußt. Um 5 Uhr wurde ein Beafsteak von 150 g genommen. Diese Fleischkost beeinflußte den p_H kaum. Am folgenden Tage morgens früh hatten 5 Eier mit Butter und 800 g Milch ohne Brot, ohne Zucker auf die Reaktion des Urins eine deutliche Wirkung. Auf Lakmus reagierte der Harn 2 Stunden nach dem Essen amphoter.

Eine stärkere Wirkung auf das p_H haben wir nach *eiweißarmerKost*, wo die höchsten Werte 8,08 erreicht wurden, während sie nach eiweißreicher höchstens 7,73 betrugen. Nimmt man die Differenz zwischen

Tabelle II.

	Eiweißreiches Essen				Eiweißarmes Essen				Gemischte Kost		
	4. Tag 25. IV.	5. Tag 26. IV.	6. Tag 27. IV.	7. Tag 28. IV.	4. Tag 16. IV.	5. Tag 17. IV.	6. Tag 18. IV.	7. Tag 19. IV.	12. IV.	13. IV.	11. IV.
1 Std. n. d. Essen .	5,82	5,39	5,10	5,56		5,09	6,51	6,66	6,46	5,48	5,31
1 Std. 30 Min. . .	7,17	7,07	5,29	6,39	6,68	6,87	7,34	6,06	7,83	6,70	5,92
2 „	7,04	7,17	5,20	6,79	7,34	6,79	7,80	7,13	7,77	6,01	5,82
2 „ 30 Min. . .	6,92	7,25	5,31	6,75	7,42	7,13	8,04	7,59	7,83	5,65	6,79
3 „	6,56	7,37	5,36	6,58	7,22	7,25	8,08	7,79	7,87	6,27	7,28
3 „ 30 Min. . .	6,42	6,27	5,53	6,27	6,92	7,58	7,90	7,61	7,58	6,84	7,51
4 „	6,29	6,15	5,25	6,03	6,44	7,29	7,56	7,40	7,01	7,08	7,53
4 „ 30 Min. . .	6,06	6,06	5,18	5,67	5,87	6,77	7,25	7,20	6,53	7,09	7,25
5 „	5,68		5,24			6,58	6,79	6,97	6,03	6,73	6,94

Nüchternwert und Maximum, so erscheinen die Schwankungen nicht viel größer.

Die *gemischte Kost* hat eine Kurve, welche ungefähr einen Mittelwert zwischen den beiden extremen Kostformen einnimmt.

In allen Fällen ist eine Steigerung des p_H schon in der ersten Stunde nach der Einnahme der Nahrung vorhanden. Der Maximalwert der eiweißreichen Kost ist in der der 2. Stunde erreicht, bei den anderen Kostformen in der 3.—4. Stunde. Der Nüchternwert ist nach eiweißreicher Kost in 5—6 Stunden beinahe erreicht.

Wir wollen hier nochmals betonen, daß entgegen früherer Ansicht der Harn nach eiweißreicher Kost nicht saurer, sondern alkalischer wird. Doch wollen wir erwähnen, daß bei unsern Untersuchungen Eiweißkost den größten Aciditätsgrad von allen Kostformen erreichte, während *Hasselmann*[1]) gerade nach Fleischkost den niedrigsten Aciditätsgrad bekam.

Die Versuche mit reinen Nahrungsstoffen ergaben folgendes:

[1]) *Hasselmann:* Das Verhalten der Harnacidität nach einseitiger Kost. Klin. Wochenschr. 15. I. 1923, S. 122.

Nach der Einnahme von *50 g Casein* (Tabelle III). Am 23. März steigt die Kurve in den ersten $2^1/_2$ Stunden kontinuierlich, und nach 2 Stunden 40 Min. ist der Maximalwert $p_H = 6{,}7$ erreicht, dann erfolgt von Halbstunde zu Halbstunde ein Sinken der Kurve, um ca. $4^1/_2$ Stunden nach der Caseinzufuhr den Ausgangswert wieder zu erreichen. Der Kontrollversuch vom 24. April gibt eine ähnlich verlaufende Kurve. Hier ist der Maximalwert der Alkalescenz nach 2 Stunden 10 Min. erreicht, und der Anstieg erfolgt nur bis zu p_H 6,2 gegenüber 6,7 vom 23. März.

Nach Einnahme einer doppelt so großen Menge Casein, d. h. von 100 g, steigt das p_H rascher und namentlich auch höher. Ebenfalls nach 2 Stunden 40 Min. wird das Maximum der Alkalescenz erreicht mit

Tabelle III. Caseinversuche.

	23. März p_H	24. April p_H	30. April p_H	23. Mai p_H
Nüchtern	5,01	4,86	5,08	5,10
Nach Einnahme von:	50 g Casein in 300 Wasser	50 g Casein in 300 Wasser	100 g Casein in 300 Wasser	50 g Pepton
15 Min.	5,10	4,94	5,17	5,32
30 „	5,24	5,13	5,31	5,56
50 „	5,32	5,16	5,41	5,79
1 Std. 10 Min.	5,53	5,27	6,08	6,25
1 „ 40 „	5,65	5,56	6,92	6,61
2 „ 10 „	6,27	6,18	7,39	7,04
2 „ 40 „	6,72	6,05	7,59	7,08
3 „ 10 „	6,17	5,21	7,63	6,54
3 „ 40 „	5,65	5,24	7,28	5,77
4 „ 10 „	5,37	5,06	7,11	5,31
4 „ 40 „	5,32		6,65	
5 „ 10 „	5,36		6,39	

einem p_H von 7,6, was eine H.-Konzentration von ca. $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ bedeutet. Entsprechend der größeren Caseinmenge fällt die Kurve langsamer wie bei 50 g und hat nach 5 Stunden 10 Min. noch ein p_H von 6,4.

Ein Vergleich mit den Gaswechselversuchen [*Gigon*[1])] nach Caseinzufuhr ergibt, daß das p_H des Harnes wahrscheinlich etwas früher verändert wird als der Gaswechsel. Das Maximum nach Caseingenuß tritt beim Gaswechsel in der 2.—3. Stunde auf, was mit den Verhältnissen im Harn auffallend übereinstimmt. Der Nüchternwert wird sowohl beim Gaswechsel wie bei der Ionenbestimmung des Harnes in der 4.—5. Stunde erreicht. Nach Zufuhr von 100 g Casein ist der Nüchternwert nach 5 Stunden 10 Min. noch nicht erreicht, was beim Gaswechsel auch zutrifft.

Um zu prüfen, ob Casein eine spezifische Wirkung ausübt, haben wir noch einen Versuch mit *50 g Pepton Witte* (Tabelle III) angestellt

[1]) *Gigon:* Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **141**, 1. 1911.

und erhalten auch hier eine starke Steigerung des p_H mit einem Maximum von 7,1 in der 3. Stunde.

Ein eigenartiges Bild bieten die *Ölkurven* (Tabelle IV). Ihre Werte weichen nur wenig von den Nüchternwerten ab. Nach 50 g Olivenöl ist der p_H-Wert niedriger wie im nüchternen Zustande, während nach 150 g Öl eher eine leichte Steigerung zu beobachten ist. Einen wesentlichen Einfluß auf das p_H des Harnes scheint somit die Einnahme von Olivenöl nicht zu haben. Es sei nur auf die Tatsache hingewiesen, daß Ölzufuhr den Gaswechsel ebenfalls eher herabsetzt.

Tabelle IV.

	2. Mai p_H	3. Mai p_H
Nüchtern	4,98	5,05
Nach Einnahme von:	50 g Olivenöl	150 g Olivenöl
15 Min.	4,96	5,08
30 „	4,81	5,36
50 „	4,89	5,43
1 Std. 10 Min.	4,81	5,46
1 „ 40 „	4,94	5,24
2 „ 10 „	4,98	5,13
2 „ 40 „	4,93	5,39
3 „ 10 „	4,96	5,46
3 „ 40 „		5,31

Mit *Haferkost* (Tabelle V) wurden zwei Versuche an zwei aufeinander folgenden Tagen gemacht. In beiden Versuchen stieg der p_H-Wert im Harne ziemlich früh an, erreichte sein Maximum ungefähr nach 2 Stunden mit dem Wert 6,5 bzw. 7,0. Am 19. Juni, dem 1. Hafertage, war nach 4 Stunden der Nüchternwert noch nicht erreicht. Die Kurve vom 20. Juni fällt steiler ab. Wir vermuten, daß die Haferkost vom 19. Juni für den folgenden Tag von Einfluß gewesen ist. Vor den Haferversuchen war eine Periode von gemischter Kost. Sowohl nach eiweißarmer wie nach gemischter Kost ist das Maximum der p_H etwas höher. Wir glauben uns berechtigt, den wahrscheinlichen Schluß zu ziehen, daß Hafer einen saueren Harn produziert als die kartoffelreiche, eiweißarme und gemischte Kost. Einen niedrigeren p_H-Wert als nach Eiweißkost, wie *Hasselmann* gefunden hat, haben wir nicht erhalten. Wir möchten

Tabelle V. Haferflocken.

	17. Juni p_H	20. Juni p_H
Nüchtern	5,16	5,17
Nach Einnahme von:	100 g Haferflocken	100 g Haferflocken
15 Min.	5,44	5,06
30 „	5,96	5,32
50 „	6,58	5,36
1 Std. 10 Min.	6,68	5,74
1 „ 40 „	7,09	6,23
2 „ 10 „	6,96	4,67
2 „ 40 „	6,75	6,00
3 „ 10 „	6,30	5,79
3 „ 40 „		5,39
4 „ 10 „	6,39	5,32

noch betonen, daß in den *Hasselmann*schen Versuchen nicht nur Hafer, sondern auch Fett, Brot genossen wurde.

Schließlich haben wir noch Versuche mit *Traubenzucker und Fruchtzucker* angestellt.

Dabei fanden wir die eigentümliche Beobachtung, daß bei beiden Zuckerarten nach Einnahme von 50 g eine leichte Steigerung des p_H erfolgte. Diese Steigerung tritt später ein als nach Casein oder nach den verschiedenen Kostformen und ist auch weniger hoch. Eigenartig ist, daß nach 100 g Lävulose oder Dextrose keine Steigerung auftritt. Es sinkt das p_H in beiden Fällen, und zwar in der Zeit von 1 Stunde 10 Min. bis 2 Stunden 40 Min. auf 4,8. Einen solch tiefen Nüchternwert haben wir in allen unsern Versuchen niemals bekommen; einzig nach Zufuhr

Tabelle VI.

	27. März p_H	18. Juni p_H	14. Juni p_H	15. Juni p_H
Nüchtern	5,16	5,01	5,24	4,96
Nach Einnahme von:	50 g Trauben-zucker	100g Trauben-zucker	50 g Frucht-zucker	100 g Frucht-zucker
15 Min.	5,06	5,18	5,81	4,98
30 „	5,10	5,12	5,01	5,03
50 „	5,20	5,03	4,93	5,93
1 Std. 10 Min. . . .	5,27	5,00	4,96	4,82
1 „ 40 „	5,29	4,98	4,94	4,79
2 „ 10 „	5,41	4,84	5,20	4,81
2 „ 40 „	5,48	4,84	5,63	4,84
3 „ 10 „	5,48	5,00	5,20	5,06
3 „ 40 „	5,25	4,96	5,03	5,13

von 50 g Olivenöl wurde ebenfalls 4,8 erhalten. Unsere Versuchsreihen über die Zuckerarten sind nicht zahlreich. Immerhin glauben wir nicht, daß es sich um einen Zufall handeln kann. Diese eigentümlichen Befunde im Harn nach Zuckergenuß fallen um so mehr auf, als der Gaswechsel nach Zuckerzufuhr sehr rasch und wesentlich in die Höhe steigt. Die beinahe identisch verlaufenden Kurven nach 100 g Traubenzucker bzw. Fruchtzucker deuten darauf hin, daß andere Vorgänge den p_H-Wert des Harnes beeinflussen als den Gaswechsel. *Johannson* hat bekanntlich nachgewiesen, daß Lävulosezufuhr einen wesentlich höheren Gaswechsel verursacht als Traubenzuckerzufuhr. Unsere Zuckerkurven mit 100 g sind die einzigen, welche in keiner Weise einen Parallelismus mit dem Gaswechsel aufweisen. Wir möchten noch auf die Tatsache hinweisen, ohne daraus weitere Schlüsse zu ziehen, daß die Verhältnisse beim Zucker umgekehrt zu verlaufen scheinen wie nach Olivenöl. Bei letzterem verursacht die kleinere Dosis eine leichte vorübergehende Ansäuerung, während die größere Dosis Öl eine minimale Alkalescenz verursacht. Beide Zuckerarten verhalten sich umgekehrt.

Von dem Gedanken ausgehend, daß das Alkalischwerden des Harnes nach Fleischkost durch die erhöhte Salzsäuresekretion im Magen bedingt sein könnte (*Veil*), haben wir schließlich noch Versuche mit *Salzsäure* (Tabelle VII) und *Natron bic.* (Tabelle VIII) angestellt. Unsere Salzsäure-

Tabelle VII.

	24. Mai p_H	5. Mai p_H	21. Juni p_H
Nüchtern	5,10	5,37	5,08
Nach Einnahme von:	5 ccm d. 2,5% HCl	5 ccm d. 2,5% HCl	50 g Casein + 10 ccm d. 2,5% HCl
15 Min.	5,08	6,13	5,42
30 „	5,12	5,58	5,27
50 „	5,13	5,67	5,53
1 Std. 10 Min. . . .	5,16	5,77	5,92
1 „ 40 „	5,13	5,87	6,65
2 „ 10 „	5,10	5,53	6,96
2 „ 40 „	5,10	5,46	6,70
3 „ 10 „			6,54
3 „ 40 „			6,54
4 „ 10 „			6,23

versuche mit 5 ccm der 2,5proz. Lösung haben ergeben, daß dadurch ein Sauerwerden des Harnes nicht eintritt. Bei einem Versuch (am 5. Mai) ist sogar eine deutliche, sicher außerhalb der Fehlerquellen liegende Steigerung des p_H nachweisbar.

Tabelle VIII.

	7. Mai p_H	12. Mai p_H
Nüchtern	5,60	5,00
Nach Einnahme von:	10 g Natr. bic.	10 g Natr. bic.
15 Min.	5,63	5,31
30 „	5,30	6,84
50 „	7,48	8,08
1 Std. 10 Min.	8,25	8,27
1 „ 40 „	8,33	8,25
2 „ 10 „	8,45	8,27
2 „ 40 „	8,45	8,30
3 „ 10 „	8,44	8,27
3 „ 40 „	8,40	8,23
4 „ 10 „	8,39	8,16
4 „ 40 „	8,33	8,19
5 „ 10 „	8,30	8,13
5 „ 40 „	8,33	8,11
6 „ 10 „	8,30	8,06
6 „ 40 „	7,97	7,99
7 „ 10 „	8,13	7,71
7 „ 40 „	8,08	7,35
8 „ 10 „		7,35
8 „ 40 „		7,35
9 „ 10 „		7,37
9 „ 40 „		7,28

Zur Kontrolle, ob Salzsäurezusatz zu der Kost das Alkalischwerden des Urins beeinflußt, haben wir 2 Versuche mit *Casein und Salzsäure* (Tabelle VII) gemacht. In beiden Fällen ist p_H in die Höhe gegangen, bei einem Versuche sogar noch etwas höher wie nach 50 g Casein allein.

Im Gegensatz zu der Unbeeinflnßbarkeit des p_H durch Salzsäure fällt die enorme Wirkung von Natron bic. auf. Schon nach 30 Min. steigt p_H um 1,8 und erreicht nach 1 Stunde 10 Min. den hohen Wert von 8,0, eine Zahl, die sonst bei keinem einzigen Versuch erreicht worden ist. Diese gewaltige Alkalescenz von $5{,}0 \cdot 10^{-9}$ bleibt mindestens 6 Stunden auf gleicher Höhe. 10 Stunden nach der Einnahme ist der Wert immer noch 7,3.

III.

Im folgenden möchten wir kurz auf einige beachtenswerte Resultate der besprochenen Versuche hindeuten.

1. Eine sehr auffallende Erscheinung ist die, daß der *nüchterne Wert den höchsten Aciditätsgrad darstellt, den der normale Organismus erzeugt.* Die verschiedensten Kostformen, auch Säuredarreichung vermögen diesen Wert nicht herunterzudrücken. Nur reine Öl- und Zuckerfütterung setzen um ganz wenige Decigrade diese Nüchternwerte herunter. Allerdings ist der nüchterne Wert, der 12 Stunden nach der Nahrungsaufnahme bestimmt wird, noch kein Hungerwert. Selbst nach 20 Stunden erhielten wir einen nüchternen Wert mit p_H 5,01. Die Wirkung der Kost vom vorangehenden Tag macht sich, wie schon erwähnt, geltend, und es wird eine Fastenzeit von mehr als einem Tage nötig sein, um sicher den Hungerwert zu erreichen.

2. Da nach Nahrungszufuhr unter Umständen eine ziemlich starke Säureproduktion im intermediären Stoffwechsel stattfindet, so muß der Körper die Fähigkeit besitzen, diese Säuren mit außerordentlicher Leichtigkeit zu binden, d. h. zu neutralisieren oder umzuändern. Nach Nahrungszufuhr, mit Ausnahme von reinem Öl, findet stets eine gewaltige Ausscheidung von Kohlensäure statt. Man hat diese letztere früher als das Zeichen einer Verbrennung der Nahrungsstoffe angesehen. Sie kann aber auch eine andere Quelle haben. *Michaelis*[1]), *Schade*[2]) und andere haben darauf hingewiesen, daß das Blut mit Carbonaten reichlich beladen ist. Die bei dem Metabolismus der Nahrungsstoffe entstandenen Säuren machen die Kohlensäure aus den Carbonaten des Blutes frei, so daß dieselbe vom Körper ausgeschieden wird. Dieser Vorgang braucht im Harn nicht durch eine Steigerung der Acidität nachweisbar zu sein.

---

[1]) *Michaelis:* l. c.

[2]) *Schade:* Die physikalische Chemie in der innern Medizin. Leipzig: Steinkopf 1921.

3. Ganz andere Verhältnisse liegen bei den Alkalien vor. Der Harn scheint dasjenige Exkret, das fast ausschließlich den Alkaliüberschuß des Körpers entfernt. Man hat besonders in neuerer Zeit enorme Alkalidosen von 30—40 g Natron bic. bei der Acidosis der Diabetiker empfohlen. Solche enorme Dosen können wohl 1—2 Tage lang verabreicht werden. Die Erfahrung lehrt aber, daß man mit 10 bis maximal 15 g Natron oder Alkali stets die gleichen Resultate bekommt wie nach größeren Dosen. Auch der schwere Diabetiker scheidet die Natronsalze mit dem Harne sehr prompt aus und vermag keine Reserven an Alkali in dieser Form anzulegen. Diese Resultate bestätigen die Vermutung, daß eine übertriebene Alkalitherapie beim Diabetes vollkommen zwecklos erscheint und man in der Tat auch beim Zuckerkranken niemals auch durch noch so hohe Alkaligaben die Acetonurie mit der Ausatmungsluft verhindern kann.

4. Das Alkalischwerden des Harnes nach Nahrungsaufnahme, Caseinzufuhr usw. wird, wie schon erwähnt, von einigen Autoren durch die Salzsäureproduktion im Magen erklärt. Letztere verursacht eine Alkalescenz der Gewebssäfte. Der Körper entledigt sich dieses Alkaliüberschusses so rasch wie möglich. Gegen diese Annahme ist einzuwenden, daß die Produktion von Pankreassaft und Darmsaft, d. h. von alkalischen Sekreten, ziemlich früh nach der Nahrungsaufnahme einsetzt, so daß die Verdauungsvorgänge nur eine Verschiebung der Ionen verursacht, ohne als Resultat einen großen Überschnß von Säure oder Alkali zu hinterlassen. Unsere Versuche mit 100 g Zucker sprechen dafür, daß die Salzsäureproduktion im Magen keineswegs allein maßgebend ist für die Wasserstoffexponentenschwankungen im Harn. Auch nach 100 g Traubenzucker wird, wenn auch weniger als nach Fleisch, Salzsäure im Magen ausgeschieden.

5. Von Bedeutung scheint uns auch, daß stets die Nüchternwerte von morgens früh nüchtern bis gegen Mittag an Alkalität zunehmen. Ob diese Steigerung der Alkalität durch die Muskeltätigkeit hervorgerufen wird oder als normale Tagesschwankungen anzusehen sind, möchten wir nicht entscheiden.

Diese Arbeit wurde durch Prof. *A. Gigon* veranlaßt und mit seiner Hilfe ausgeführt.

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.